

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Model matematika merupakan sekumpulan persamaan atau pertidaksamaan yang mengungkap perilaku suatu permasalahan yang nyata. Model matematika dibuat berdasarkan asumsi-asumsi. Banyak permasalahan yang timbul dari berbagai bidang ilmu yang dapat dibuat model matematikanya, misalnya bidang kesehatan, seperti model matematika pada penyakit campak (Marfianti,2013).

Penyakit campak (*measles*) adalah suatu infeksi virus yang sangat menular, yang dapat ditandai dengan nyeri pada tenggorokan, demam, batuk, dan ruam kulit. Penyebab dari penyakit ini karena infeksi virus campak yang bernama *Paramyxovirus*. Penyakit tersebut dapat menyebar melalui kontak langsung dengan penderita, udara, batuk atau bersin, maupun kotoran manusia. Penyakit ini dapat menyerang siapa saja tanpa mengenal usia maupun jenis kelamin. Akan tetapi, penyakit ini lebih banyak menyerang anak-anak daripada orang dewasa. Hal ini disebabkan oleh daya tahan tubuh anak-anak yang relatif lebih lemah dibanding orang dewasa. Menurut *The United Nations Children's Fund* (UNICEF), sekitar 30.000 anak di Indonesia meninggal dunia setiap tahun karena penyakit campak. Sedangkan menurut *World Health Organization* (WHO), sekitar 242.000 anak diseluruh dunia meninggal dunia pada tahun 2006 karena penyakit tersebut. Besarnya jumlah kematian karena penyakit campak menunjukkan bahwa penyakit tersebut memang sangat berbahaya dan kita harus melakukan pencegahan.

Pencegahan penyakit campak dilakukan dengan cara program imunisasi dengan memberikan vaksinasi campak. Program imunisasi campak di Indonesia dimulai tahun 1982. Menurut Riskesdas tahun 2010, anak-anak Indonesia berusia 1-2 tahun yang mendapat imunisasi

campak mencapai rata-rata 74,4%. Sedangkan, capaian imunisasi campak di Indonesia hingga bulan Desember tahun 2013 adalah sebesar 90,82%. Meski capaian imunisasi campak di Indonesia telah mencakupi 90%, WHO melaporkan terdapat sekitar 6.300 kasus campak di Indonesia pada tahun 2013. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan 2015, Kota Parepare termasuk sebagai 10 besar daerah yang mempunyai angka populasi penderita penyakit campak, yakni berada pada urutan ke 8 di Sulawesi Selatan.

Model matematika untuk menganalisis penyebaran penyakit campak diantaranya adalah model *SEIR* (*Susceptible-Exposed-Infected-Recovered*) (Ermilatni, 2016). Penelitian tersebut menggunakan parameter vaksinasi. Maka dari itu, penulis tertarik untuk memodifikasi model *SEIR* menjadi model *SEIRV*, dimana vaksin dijadikan sebuah variabel.

Penelitian ini menggunakan model *SEIRV* (*Susceptible-Exposed-Infected-Recovered-Vaccinated*) yang merupakan perluasan model *SEIR* dengan pengaruh vaksinasi yang dijadikan sebagai penelitian sebelumnya. Populasi model untuk penyakit campak dibagi menjadi lima kelompok yaitu kelompok individu yang rentan sehat tetapi dapat terinfeksi penyakit (*Susceptible*), kelompok individu yang terdeteksi penyakit tetapi belum terinfeksi (*Exposed*), kelompok individu yang terinfeksi dan dapat sembuh dari penyakit (*Infected*), kelompok individu yang sembuh dan kebal dari penyakit (*Recovered*), dan kelompok individu yang terbebas dari penyakit dan tidak dapat terinfeksi kembali (*Vaccinated*). Model ini menggambarkan alur penyebaran penyakit dari kelompok individu *susceptible* menjadi *exposed* melalui kontak langsung maupun perantara lain. Individu *exposed* menjadi *infected* ketika ketahanan tubuh menurun. Kemudian individu *infected* yang mampu bertahan hidup akan sembuh dan memasuki kelompok *recovered*. Dan *recovered* yang sudah sembuh melakukan pertahanan tubuh agar tidak

terkena penyakit kembali dan memasuki kelompok *Vaccinated*. Dari berbagai bidang ilmu yang dapat dibuat model matematika salah satunya adalah model matematika penyakit campak.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang model matematika penyakit campak, diantaranya Ermilatni (2016) dalam penelitian yang berjudul “Model Matematika SEIR untuk Kontrol Campak Di Kabupaten Bulukumba”. Penelitian ini membahas proses penyebaran penyakit campak menggunakan model SEIR dengan pengaruh vaksinasi, dalam pembahasan ini penulis menjadikan vaksinasi sebagai pengaruh dalam membentuk sebuah model untuk penyakit campak, selanjutnya Kholisoh (2012) dalam penelitiannya yang berjudul “Model Epidemi SEIR pada Penyebaran Penyakit Campak Dengan Pengaruh Vaksinasi”. Penelitian ini membahas proses penyebaran dalam suatu populasi dapat disajikan dalam penyakit campak dengan pengaruh vaksinasi menggunakan model SEIR yang memiliki kemiripan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ermilatni (2016) yang membedakan hanyalah studi khusus yang diteliti, dan Susilo pada (2009) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Vaksinasi terhadap Penyebaran Penyakit dengan Model Endemi SIR”. Penelitian ini membahas mengenai pembentukan model SIR dengan pengaruh vaksinasi, langkah-langkah menentukan titik ekuilibrium, melakukan analisis model dan menginterpretasikan model dengan contoh kasus.

Penelitian ini menganalisis dan mensimulasikan sistem persamaan differensial pada pemodelan penyebaran penyakit campak untuk mengetahui perilaku penyebaran campak Di Kota Parepare.

## **B. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang ada dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bagaimana membangun model SEIRV untuk penyakit Campak?
2. Bagaimana analisis model SEIRV untuk penyakit Campak?

3. Bagaimana simulasi model SEIRV penyakit campak menggunakan MAPLE?

### **C. Batasan Masalah :**

1. Penelitian ini, akan diformulasikan model matematika tanpa adanya pengaruh vaksinasi serta melakukan analisis kestabilan pada penyakit campak dengan model SEIRV (*Susceptible, Exposed, Infected, Recovered, Vaccinated*), kemudian mensimulasikan model tersebut.
2. Angka kelahiran dan angka kematian diasumsikan sama.
3. Data yang akan digunakan untuk simulasi model adalah data penderita penyakit campak di Dinas Kesehatan Kota Parepare. Untuk simulasi model, digunakan MAPLE.
4. Adapun asumsi-asumsi yang digunakan untuk merumuskan model penyakit campak sebagai berikut :
  - a. Terdapat kelahiran dan kematian dalam suatu populasi
  - b. Tidak terdapat migrasi
  - c. Setiap individu yang lahir akan menjadi rentan
  - d. Setiap individu yang terdeteksi akan menjadi terinfeksi
  - e. Masa inkubasi penyakit campak (singkat) 10-14 hari
  - f. Penyakit berbahaya, jika terinfeksi dapat menimbulkan kematian
  - g. Individu yang rentan jika di vaksinasi akan kebal terhadap penyakit
  - h. Individu yang telah sembuh akan kebal terhadap penyakit campak dan tidak menjadi rentan kembali
  - i. Populasi konstan (tertutup), artinya  $N = (S(t)) + (E(t)) + (I(t)) + (R(t)) + (V(t))$ .  
Jumlah populasi dalam waktu  $t$  sama dengan jumlah individu rentan, terjangkit, terinfeksi, dan sembuh.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui langkah-langkah membuat model dan mengetahui model matematika penyakit campak.
2. Untuk mengetahui analisis model SEIRV pada penyakit Campak.
3. Hasil simulasi pada penyakit campak menggunakan MAPLE.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Bagi Dinas Kesehatan Kota Parepare

Untuk mempermudah kontrol pada penyakit campak dan penyebarannya.

2. Bagi Penulis

Untuk menambah pengetahuan dalam mengkaji permasalahan yang berkaitan dengan keilmuan lain, khususnya untuk kontrol campak dalam ilmu kedokteran serta permasalahan matematika dalam menyelesaikan masalah tersebut.

3. Bagi Mahasiswa Matematika

Membantu dalam perkuliahan, terutama tentang model matematika dan persamaan diferensial sekaligus mengetahui aplikasinya.

4. Bagi Pembaca

Sebagai wahana dalam menambah pengetahuan tentang model matematika SEIRV untuk kontrol campak.

## A. Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Adapun bentuk model matematika SEIRV untuk penyakit campak sebagai berikut :

$$\frac{dS}{dt} = bN - \beta S \frac{I}{N} - \mu S$$

$$\frac{dE}{dt} = \beta S \frac{I}{N} - \sigma E - \mu E$$

$$\frac{dI}{dt} = \sigma E - \gamma I - (\mu + \delta)I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I - \rho R - \mu R$$

$$\frac{dV}{dt} = \rho R - \mu V$$

2. Analisis model SEIRV untuk penyakit campak tersebut mempunyai dua titik ekuilibrium yaitu :

Titik kesetimbangan bebas penyakit

$$E_0 = \left( \frac{bN}{\mu}, 0, 0, \frac{1}{(p-\mu)R}, \frac{pR}{\mu} \right), \text{ dan}$$

Titik kesetimbangan endemik

$$E_1 = (S^*, E^*, I^*, R^*, V^*) \text{ dengan}$$

$$S^* = \frac{(\sigma + \mu)(\gamma + \mu + \delta)N}{\sigma\beta}$$

$$E^* = \frac{b\gamma\beta - \mu(\sigma + \mu)(\gamma + \mu + \delta)N}{\sigma^2 + \mu}$$

$$I^* = \frac{(b\gamma\beta - \mu(\sigma + \mu)(\gamma + \mu + \delta))N}{(\sigma + \mu)(\gamma + \mu + \delta)}$$

$$R^* = \frac{b\gamma\beta - \mu(\sigma + \mu)(\gamma + \mu + \delta)\gamma N}{p\mu(\sigma + \mu)(\gamma + \mu + \delta)}$$

$$V^* = p \left( \frac{b\gamma\beta - \mu(\sigma + \mu)(\gamma + \mu + \delta)\gamma N}{p\mu^2(\sigma + \mu)(\gamma + \mu + \delta)} \right)$$

3. Simulasi model matematika SEIRV penyakit campak menggunakan MAPLE, diperoleh bilangan reproduksi dasar  $(R_0) = \frac{-\sigma}{\mu} = -2,251959989$ , ini berarti seseorang yang terinfeksi tidak menyebabkan oranglain terkena penyakit yang sama, dengan kata lain tidak terjadi wabah pada populasi tersebut. Karena  $R_0 < 1$  maka diperoleh titik keseimbangan bebas penyakit yaitu :

$$E_0 = (S, E, I, R, V)$$

$$= \left( \frac{bN}{\mu}, 0, 0, \frac{1}{(p-\mu)R}, \frac{pR}{\mu} \right)$$

## B. SARAN

Pada penelitian ini telah dijelaskan tentang analisis dan simulasi dari model persamaan differensial SEIRV pada jenis penyakit Campak di kota Parepare. Perlu dikembangkan dengan menerapkan model tersebut untuk penyakit menular lainnya untuk melakukan penelitian selanjutnya dengan kasus berbeda, atau dapat pula menggunakan model matematika selain model yang digunakan pada penelitian ini seperti model SEIR, SIS, SIRS dan sebagainya. Dan menentukan solusi dari model matematika untuk penyakit campak sangat disarankan untuk kelanjutan dari penelitian ini.